

# 膳食纤维的测定原理和方法

康 琪 朱若华

(首都师范大学化学系 北京 100037)

**摘 要** 本文介绍膳食纤维的定义、不同类型和结构特点,综述有代表性的膳食纤维测定方法,并对这些测定方法的特点和适用范围作讨论。

**关键词** 膳食纤维 测定方法 可溶性膳食纤维 不溶性膳食纤维

## 前言

膳食纤维(DF)作为第七大营养素具有突出的保健功能,有研究表明DF可以促进人体正常排泄<sup>[1]</sup>;降低某些癌症<sup>[2]</sup>、心血管<sup>[3]</sup>和糖尿病<sup>[4]</sup>发病率。许多常见病如动脉粥样硬化、高血压、冠心病、便秘、肥胖以及严重威胁人类生命的结肠癌等都与DF的摄入量不足有关。因而DF逐渐成为营养学家、流行病学及食品科学家等关注的热点,有科学家将其称为人体“第七营养素”。国内陈燕卉<sup>[5]</sup>归纳DF生理功能及其在食品中的开发与应用。

另一方面,DF的过量摄取会对人体产生某些不利影响,例如:使热量摄取不足<sup>[6]</sup>;降低矿物质和微量元素生物利用率<sup>[7]</sup>。世界卫生组织建议总DF摄入量下限为每人每天27.0g,上限为每人每天40.0g。因此有必要建立统一的检测方法和标准,使食品标签上DF含量标示更准确。周建勇<sup>[8]</sup>于2001年对DF的测定方法及现状进行综述;魏红<sup>[9]</sup>等在2004年综述DF的应用及检测方法;李英<sup>[10]</sup>等用正交实验的方法研究松花粉中水不溶性膳食纤维的测定条件。本文主要从DF分析方法沿革角度对DF的不同类型和结构以及不同的测定方法进行综述。

## 1 膳食纤维的定义及分类

### 1.1 膳食纤维的定义

DF是一种复杂的混合物的总称,具有多种生理功能,主要以生理功能和分析方法为主来定义的。1972年,H.C.Trowell首次将“膳食纤维”定义为“食物中那些不被人体所消化吸收的植物成分”。在1976年又重新下定义,即“将那些不被人体消化吸收的多糖类碳水化合物与木质素统称为膳食纤维”<sup>[11]</sup>。近年来国外对DF进行广泛研究<sup>[12]</sup>,但目前国际上对DF还没有一个通用的定义,一般认为DF是指植物性食品中不能被人类胃肠道消化酶消

化,但能被大肠内的某些微生物部分酵解和利用的非淀粉多糖类物质与木质素的合称。

2001年<sup>[13]</sup>美国化学家协会对DF的最新定义为:DF是指能抗人体小肠消化吸收,而在人体大肠能部分或全部发酵的可食用的植物性成分、碳水化合物及其相类似物质的总和,包括多糖、寡糖、木质素以及相关的植物物质。DF具有缓泻,和(或)降低血胆固醇水平,和(或)降低血液中葡萄糖含量等生理功能。DF包括很多不被人体小肠消化的物质,如纤维素、半纤维素、树胶、 $\beta$ -葡聚糖、胶质、木质素、葡聚糖、果寡糖、抗性淀粉和糊精。

### 1.2 膳食纤维的分类

DF按溶解性可分为可溶性膳食纤维(SDF)和不溶性膳食纤维(IDF)两大类。SDF指可溶于水,且其水溶液能被4倍95%乙醇再沉淀的那部分纤维,主要是细胞壁内的储存物质和分泌物,另外还包括微生物多糖和合成多糖。IDF是指不溶于水的那部分纤维,主要是细胞壁的组成部分,包括纤维素、半纤维素、木质素、壳聚糖等。功能性低聚糖<sup>[14]</sup>和抗性淀粉<sup>[15]</sup>(RS)也普遍认为属于DF。

## 2 膳食纤维的结构

来源不同的DF其化学本质差异较大,但基本组成成分则较相似<sup>[16]</sup>,相互间的主要区别表现在各组成成分的相对分子量、分子的糖苷键、聚合度以及支链结构方面的差异。

### 2.1 不溶性膳食纤维的结构和性质

纤维素(Cellulose)IDF的基本结构是纤维素,纤维素是由 $\beta$ -葡萄糖通过 $\beta$ -(1-4)糖苷键相连而成的直链葡聚糖,分子量100万左右,由300~500个葡萄糖缩合而成,最多能达到10000个葡萄糖单体。纤维素不溶于冷水、热水、稀酸和热的稀碱溶液。人体内的淀粉酶只能水解 $\alpha$ -(1-4)糖苷键,不能水解 $\beta$ -(1-4)键,因此纤维素不能被人体胃肠道的酶所消化。纤维素的结构(见图1)。

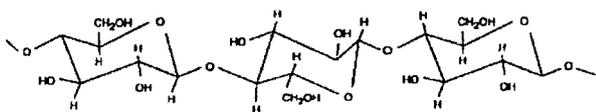


图1 纤维素的结构 (β-D 1,4-糖苷键)

抗性淀粉 (RS) RS 是指在健康者小肠中不能被吸收的淀粉及其降解产物,主要存在于整粒和回生的高淀粉类食物中,可被结肠菌群分解为乙酸、丙酸和丁酸等短链脂肪酸 (SCFA) 及其降解产物,对人体健康有益。RS 分子结构较小,长度为 20~25 个葡萄糖残基,是以氢键连接的多分散线性聚糖。RS 之所以能抵抗酶的水解,是由于聚糖的葡萄糖残基链之间存在较强的氢键,该氢键在 155~160℃ 时具有 40J/g 的焓;或是由于这种聚糖具有 β 型晶体结构<sup>[17]</sup>。

甲壳质 (Chitin) 又叫甲壳素、壳多糖,化学名为 (1,4)-2-乙酰氨基-2-脱氧-β-D-葡聚糖,是以 β-1,4-糖苷键相连的线性生物高分子,分子量几十万至几百万,是自然界中唯一存在的碱性多糖。甲壳素存在于低等植物菌类、藻类的细胞,高等植物的细胞壁,以及节肢动物(虾、蟹)的甲壳,昆虫的外壳等。甲壳素与纤维素都是线形直链,但甲壳素 C<sub>2</sub> 上有一个乙酰胺基 (CH<sub>3</sub>CONH-)。甲壳素脱去乙酰基便得到壳聚糖,三者结构比较(见图 2)。

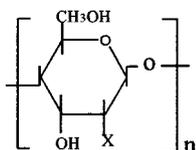


图2 纤维素、甲壳素和壳聚糖的结构

X=OH 为纤维素; X=CH<sub>3</sub>CONH 为甲壳素; X=NH<sub>2</sub> 为壳聚糖

## 2.2 可溶性膳食纤维的结构和性质

果胶 (pectin) 许多蔬菜、水果含有果胶,其化学组成与半乳糖醛酸相似。果胶分子主链上的糖基是半乳糖醛酸,侧链上是半乳糖和阿拉伯糖。它可在热溶液中溶解,在酸性溶液中遇热形成胶态,并具有与离子结合的能力。

β-葡聚糖 (β-glucan) β-葡聚糖以 β-1,3-键结构为主体,且有一些 β-1,6-键的侧枝,分子结构螺旋形(见图 3)。

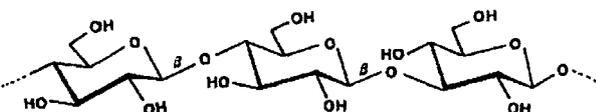


图3 β-葡聚糖的结构

聚葡萄糖 (Polydextrose) 聚葡萄糖是由葡萄糖和少量山梨醇、柠檬酸经高温熔融,随机缩聚而成

的多糖,平均聚合度约为 12,平均分子量为 2000。聚葡萄糖含有的糖苷键种类多,以 1,6-糖苷键为主,分子结构比较复杂(见图 4)。

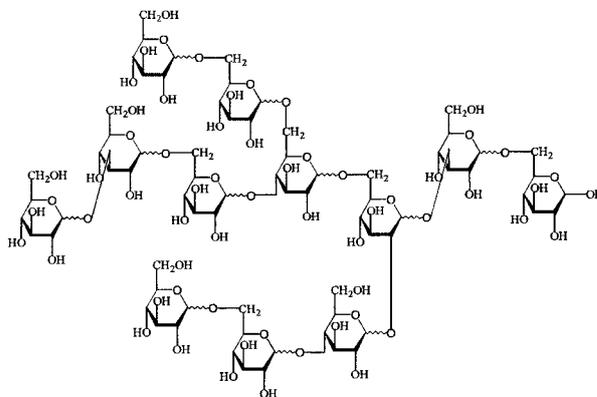


图4 聚葡萄糖的结构 (R=氢/葡萄糖/山梨醇/柠檬酸)

木质素 (Lignin) 木质素不是多糖物质,而是苯基类丙烷的聚合物,具有复杂的三维结构。由于木质素存在于细胞壁中难以与纤维素分离,所以在膳食纤维的组成成分中包括木质素。木质素的三种结构单体(见图 5)。



图5 木质素的三种结构单体

角质 (Cutin) 细胞壁表面类似蜡的长链脂肪酸。

## 3 膳食纤维的测定方法及研究进展

DF 的不同测定方法因其测定原理不同结果差异较大。自 20 世纪 60 年代初以来,分析化学家们建立起大量的检测方法。具有代表性的几种方法为洗涤法、酶-重量法和酶-化学法。

### 3.1 洗涤法(非酶重量法)

非酶重量法包括粗纤维 (CF) 法、酸性洗涤剂纤维 (ADF) 法和中性洗涤剂纤维 (NDF) 法。CF 方法检测到木质素和纤维素;ADF 法检测到木质素、纤维素和酸不溶性半纤维素;NDF 方法检测到木质素、纤维素和中性洗涤剂不溶性半纤维素。

粗纤维的测定目前仍在某些国家在动物饲料工业中应用,但由于不能测定所有可溶性多糖以及某些不溶性多糖和木质素,而使其应用受到限制。Van Soest<sup>[18]</sup> 于 1963 年提出的 ADF 法用强酸

水解除去纤维素和木质素以外的所有多糖, 由于该法不包括其它细胞壁多糖, 在人类营养学方面的应用受到限制。Van Soest 和 Wine<sup>[19]</sup> 于 1967 年提出 NDF 法, 包括细胞壁的所有不溶物质, 该法比 CF 法能更好的表示动物饲料中 DF 的营养值。

### 3.2 酶 - 重量法

重量法较简单, 主要测定 TDF、SDF 和 IDF。Williams 和 Olmsted<sup>[20]</sup> 于 1935 年采纳酶法测定不能消化的物质, 使研究更接近人类的生理过程。Prosky<sup>[21]</sup> 等人提出 TDF 的测定方法, 并被美国分析化学家协会 (AOAC) 采纳作为官方分析方法 AOAC 985.29 (见表 1)。这种方法相对简单易行, 已经实现自动化, 能处理大量样品, 在很多国家作为膳食纤维的分析方法。

Lee<sup>[22]</sup> 等提出用 MES-TRIS 代替最初的磷酸缓冲体系, 成为 AOAC 991.43。由 Li 和 Cardozo<sup>[23]</sup> 于 1994 年提出的 AOAC 993.21 是分析含有少量或不含有淀粉的蔬菜和水果的简单方法。Mongeau 和 Brassard<sup>[24]</sup> 采用修饰的 NDF 法测定 IDF 和新的方法分析 SDF, 成为 AOAC 992.16。

### 3.3 酶 - 化学方法

酶 - 化学法首先对食物样品进行酶消解和分离, 分离出的 DF 用酸水解, 使纤维分解为葡萄糖、糖醛酸等单糖, 这些物质再用不同的化学方法检测。用 GLC 和 HPLC 只能检测出水解得到的糖类; 糖醛酸用比色或脱羧的方法可以检测到; 木质素用 Klason 木质素法检测到。化学法受仪器设备制约, 分析成本比较高。

表 1 测定膳食纤维的 AOAC 方法

方法	方法类型	检测物质	对总膳食纤维的检测
AOAC985.29	酶-重量法 (磷酸缓冲体系)	总膳食纤维	直接测定TDF
AOAC991.42	酶-重量法	不溶性膳食纤维	不适合
AOAC991.43	酶-重量法 (MES-TRIS缓冲体系)	不溶性、可溶性和总的膳食纤维	用独立的方法检测; SDF、TDF之和
AOAC992.16	酶-重量法	不溶性、可溶性和总的膳食纤维	SDF、TDF之和
AOAC992.28	酶法-分光光度法	大麦、燕麦等谷物中 (1→3, 1→4) - β-D-葡聚糖	不适用
AOAC993.19	酶-重量法	可溶性膳食纤维	不适用
AOAC993.21	无酶-重量法 (淀粉含量≤2%)	总膳食纤维	纤维残留量减去淀粉和蛋白质含量
AOAC994.13	酶-气相色谱-比色-重量法 (Uppsala 法)	中性多聚糖、糖醛酸、Klason木质素作为总膳食纤维	中性多聚糖残留物、糖醛酸残留物、Klason木质素之和
AOAC995.16	酶法	大麦、燕麦中 β-D-葡聚糖	不适用
AOAC997.08	酶法-HPAEC	果聚糖	不适用
AOAC999.03	酶法-分光光度法	果聚糖	不适用
AOAC2000.11	酶-HPAEC	葡聚糖	不适用
AOAC2001.02	HPAEC-PAD	反式低聚糖	不适用
AOAC2001.03	酶重量法, HPLC	包括低分子量抗性麦芽糖糊精在内的TDF	IDF, 高分子量和低分子量SDF之和
AOAC2002.02	酶法	抗性淀粉和海藻纤维	不适用

3.3.1 酶 - 比色法 McCance 和 Lawrence<sup>[25]</sup> 最早于 1929 年建立“不可获得碳水化合物”的分析方法, 用强酸水解, 然后用比色法测定降解糖和戊糖。Southgate<sup>[26]</sup> 于 1969 年对他们的方法进行改进, 采用一系列的提取步骤, 水解多糖并用比色法测定单糖成分。Englyst 和 Hudson<sup>[27]</sup> 提出改进的比色的方法测定单糖成分。在未知糖类组成的 DF 时, 酶 - 比色法是所有 DF 定量分析方法中最不准确的。但由于酶 - 比色法快速、简单和廉价, 在分析已知糖类组成的 DF 方面还是很有用的。

3.3.2 酶 - 色谱法 尽管酶 - 比色法提供有关单糖 (己糖、戊糖和糖醛酸) 的大量信息, Southgate<sup>[28]</sup> 认为比色的方法不能区分单独存在的单糖, 建议

使用 GC 和 HPLC。Englyst<sup>[29]</sup> 等对 Southgate 的方法加以修饰, 用 GC 方法测定 NSP。Englyst 和 Cummings<sup>[30]</sup> 用二甲基亚砷去除非淀粉糖类中的 RS。Shinnick<sup>[31]</sup> 等用 HPLC 测定来源于纤维的单糖, 木质素用 Klason 木质素法测定; SDF 部分通过分子截流量为 12000 ~ 14000 道尔顿的滤膜通过渗析得到的。Theander<sup>[32]</sup> 等用 80% 的乙醇沉淀 SDF 成分, 使过程简化。Englyst<sup>[33]</sup> 等以及 Quigley 和 Englyst<sup>[34]</sup> 使用 Dionex 公司的 CarboPac PA-1 和 CarboPac PA-100 建立检测中性糖和糖醛酸的 HPLC 的方法测定。

## 4 膳食纤维的 AOAC 官方分析方法和其他

## 分析方法

很多分析方法最终被美国分析化学家协会认可,成为 AOAC 标准方法。同时,各国研究人员不断研究,提出 DF 的新的研究方法。

### 4.1 AOAC 方法

AOAC985.29 是最早的美国分析化学家协会的官方分析 DF 的方法,此后,随着研究的进展,AOAC 采纳了各国科学家的研究成果,针对 TDF、IDF、SDF、RS、葡聚糖、果聚糖等建立官方分析方法(见表 1)。

### 4.2 其他分析膳食纤维的方法

近年来,随着 DF 研究发展,不断有新的方法运用到其研究中。其中近红外光谱技术(NIRS)由于其分析样品具有方便、快速、高效、准确、无污染、成本低、不破坏样品、不消耗化学试剂和一次可以测定多种成份等特点,在 DF 分析中得到应用。

T. H. Blosser<sup>[35]</sup>等 6 个工作组最早在 1988 年对 94 个草料样品的 ADF 进行分析;S. E. Kays<sup>[36-38]</sup><sup>[39]</sup>和 W. R. Windham<sup>[40]</sup>等运用 NIRS 在 DF 分析中做了一系列工作。Archibald DD 等<sup>[41]</sup>、Font R<sup>[42]</sup>、Blakeney AB<sup>[43]</sup>和孔祥礼<sup>[44]</sup>等分别建立样品中 TDF、ADF、NSP 和 ADL 含量的 NIRS 测定方法。

## 5 结语

DF 的 AOAC 分析方法包括酶-重量法、酶-分光光度法、酶-HPLC、酶-GC、酶-HPAEC 等。可见,HPLC、GC、HPAEC 和 NIRS 等现代仪器分析手段已经运用到膳食纤维的分析中。

DF 从提出至今,在定义和测定方法等各个方面已经取得很大的进展,这与科学家对其不断深入研究和现代分析仪器的迅速发展是密切相关的。随着人们对健康饮食的更加关注,DF 将扮演越来越重要的角色,因而对 DF 含量的测定将仍是分析化学家需要解决的问题。在营养学家、疾病控制学家和化学家的不断努力下,随着现代仪器的进一步发展和应用范围的扩大,DF 将出现更完善的测定方法,食品标签上的 DF 含量表示将更加准确。

### 参考文献

- 1 Roma E, Adamidis D, Nikolara R, Constantopoulus A, Messaritakis J. Diet and chronic constipation in children: the role of fiber[J]. *Pediatr Gastroenterol Nutr*,1999,28:169
- 2 Williams CL, Bollella M, Wynder E. A new recommendation for dietary fiber in childhood[J]. *Pediatrics*, 1995,96:985
- 3 Appleby PN, Thorogood M, Mann JI, Key TJA. The Oxford

- Vegetarian study: an overview[J]. *Am J Clin Nutr*, 1999,70 (suppl):525
- 4 Anderson JW. Dietary fiber and diabetes: what else do we need to know [J]. *Diabet Res Clin Pract*, 1992,17:71
- 5 陈燕卉, 陈敏, 张绍英等. 膳食纤维在食品加工中的应用与研究进展 [J]. *食品科学*, 2004,25: 251~255
- 6 Hamaker BR, Rivera K, Morales E, Graham GG. Effect of dietary fiber on fecal composition in preschool Peruvian children consuming maize, amaranth, or cassava fluids [J]. *Pediatr Gastroenterol Nutr*, 1991, 13:59
- 7 Bosscher D, Van Caillie-Bertrand M, Van Dyck K, et al. Thickening infant formula with digestible and indigestible carbohydrate: availability of calcium, iron, and zinc in vitro [J]. *Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2000,30:373
- 8 周建勇. 膳食纤维测定方法的历史及现状(1969 -1999)[J]. *中国粮油学报*, 2001,16 (3) : 10~14
- 9 魏红, 徐宏伟, 钟红舰等. 膳食纤维的应用及检测方法 [J]. *海峡预防医学杂志* 2004, 10 (2) : 25~27
- 10 李英, 陈伟, 衣秀娟. 松花粉中水不溶性膳食纤维的测定条件研究 [J]. *食品科学*, 2004,25 (11) : 263~264
- 11 郑建仙. 功能性食品(第一卷) [M], 北京: 中国轻工业出版社, 1999
- 12 Panel on the Definition of Dietary Fiber, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board. National Academies Press. 2001
- 13 Report of the Dietary Fiber Definition Committee to the Board of Directors of the American Association Of Cereal Chemists. Submitted January 10, 2001. *Cereal foods world*, 2001, 46(3):112
- 14 郑建仙. 功能性低聚糖析论 [J]. *食品与发酵工业*, 1997, 23(1) : 42
- 15 Englyst HN. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions[J]. *Eur J clin Nutr*, 1986, 6 :33~38
- 16 郑建仙. 功能性食品, 北京: 中国轻工业出版社, 1995
- 17 Shukla TP. [J]. *Food Technol*, 1995, 40 (11) :882
- 18 Van Soest PJ. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin [J]. *J Assoc Off Agric Chem*, 1963,46: 829~835
- 19 Van Soest P, Wine RH. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents[J]. *J Assoc Off Agric Chem*, 1967, 50: 50~55
- 20 Williams RD, Olmsted WH. A biochemical method for determining indigestible residue (crude fiber) in feces: Lignin, cellulose, non-water-soluble hemicelluloses[J]. *J Biol Chem*, 1935,108:653~666
- 21 Prosky L, Asp N-G, Furda I, DeVries JW, Schweizer TF, Harland BF. Determination of total dietary fiber in foods and food products: Collaborative study [J]. *J Assoc Off Anal Chem*, 1985, 68:677~679

- 22 Lee SC, Prosky L, DeVries JW. Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods-Enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study [J]. *J AOAC Int* 1992, 75: 395-416
- 23 Li BW, Cardozo MS. Determination of total dietary fiber in foods and products with little or no starch, nonenzymatic-gravimetric method: Collaborative study [J]. *J AOAC Int*, 1994, 77: 687-689
- 24 Mongeau R, Brassard R. Enzymatic-gravimetric determination in foods of dietary fiber as sum of insoluble and soluble fiber fractions: Summary of collaborative study [J]. *J AOAC Int*, 1993, 76: 923-925
- 25 McCance RA, Lawrence RD. *The Carbohydrate Content of Foods*. London: HMSO. 1929
- 26 Southgate DAT. Determination of carbohydrates in foods. II. Unavailable carbohydrates [J]. *J Sci Food Agric*, 1969, 20: 331-335
- 27 Englyst HN, Hudson GJ. Colorimetric method for routine measurement of dietary fiber as non-starch polysaccharides. A comparison with gas-liquid chromatography [J]. *Food Chem*, 1987, 24: 63-76
- 28 Southgate DAT. In: James WPT, Theander O, eds. Use of the Southgate method for unavailable carbohydrates in the measurement of dietary fiber. In: James WPT, Theander O. *The Analysis of Dietary Fiber in Food*. New York: Marcel Dekker. 1981: 1-19
- 29 Englyst H, Wiggins HS, Cummings JH. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates [J]. *Analyst*, 1982, 107: 307-318
- 30 Englyst HN, Cummings JH. Simplified method for the measurement of total non-starch polysaccharides by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates [J]. *Analyst*, 1984, 109: 937-942
- 31 Shinnick FL, Longacre MJ, Ink SL, Marlett JA. Oat fiber: Composition versus physiological function in rats [J]. *J Nutr*, 1988, 118: 144-151
- 32 Theander O, Åman P, Westerlund E, Graham H. Enzymatic/chemical analysis of dietary fiber [J]. *J AOAC Int* 1994, 77: 703-709
- 33 Englyst HN, Quigley ME, Hudson GJ. Determination of dietary fiber as non-starch polysaccharides with gas-liquid chromatographic, high-performance liquid chromatographic or spectrophotometric measurement of constituent sugars [J]. *Analyst*, 1994, 119(7): 1497-1509
- 34 Quigley ME, Englyst HN. Determination of the uronic acid constituents of non-starch polysaccharides by high-performance liquid chromatography with pulsed amperometric detection [J]. *Analyst*, 1994, 119 (7): 1511-1518
- 35 T.H. Blosser, D.H. Clark, S.W. Coleman, J.L. Halgerson, G.C. Marten, J.S. Shenk, M.O. Westerhaus [J]. *J Assoc Off Anal Chem.*, 1988, 71(6): 1162
- 36 Sandra E. Kays, William R. Windham, Franklin E. Barton, II. Prediction of Total Dietary Fiber in Cereal Products Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy [J]. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, 44(8): 2266-2271
- 37 Sandra E. Kays, Franklin E. Barton, II, William R. Windham, and David S. Himmelsbach. Prediction of Total Dietary Fiber by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy in Cereal Products Containing High Sugar and Crystalline Sugar [J]. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, 45 (10): 3944-3951
- 38 Sandra E. Kays, W. R. Windham, and Franklin E. Barton, II. Prediction of Total Dietary Fiber by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy in High-Fat- and High-Sugar-Containing Cereal [J]. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, 46 (3): 854-861
- 39 Sandra E. Kays, Barton. FE, II. Near-Infrared Analysis of Soluble and Insoluble Dietary Fiber Fractions of Cereal Food Products [J]. *J Agric Food Chem*, 2002, 50(10): 3024-3029
- 40 William R. Windham, Sandra E. Kays, and Franklin E. Barton, II. Effect of Cereal Product Residual Moisture Content on Total Dietary Fiber Determined by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy [J]. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, 45(1): 140-144
- 41 Archibald DD, Kays SE. Determination of Total Dietary Fiber of Intact Cereal Food Products by Near-Infrared Reflectance [J]. *J Agric Food Chem*, 2000, 48 (10): 4477-4486
- 42 Font R, del Rio M, Fernandez JM, de Haro A. Acid detergent fiber analysis in oil seed Brassicas by near-infrared spectroscopy [J]. *J Agric Food Chem*, 2003, 51(10): 2917-2922
- 43 Blakeney AB, Flinn PC. Determination of non-starch polysaccharides in cereal grains with near-infrared reflectance spectroscopy [J]. *Mol Nutr Food Res*, 2005, 49(6): 546-550
- 44 Kong X, Xie J, Wu X, et al. Rapid prediction of acid detergent fiber, neutral detergent fiber, and acid detergent lignin of rice materials by near-infrared spectroscopy [J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53 (8): 2843-2848

## The methods and principles of dietary fiber analysis

Kang Qi Zhu Ruohua

(Department of Chemistry, Capital Normal University, Beijing 100037)

Abstract The definition, types and characteristics of structures of dietary fiber are introduced in the review. The development and application of typical analytical methods of dietary fiber are also discussed.

Key words Dietary fiber Analysis method Soluble dietary fiber Insoluble dietary fiber